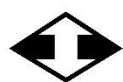


《 技 術 資 料 》

Technical Sheet

冬期土工用液状凍結防止剤

ビバメルト[®]



日本工機株式会社

Nippon koki Co., Ltd.

本 社：〒105-0003 東京都港区西新橋二丁目36番1号 永谷園ビル3階

TEL 03-3436-3711 FAX 03-3433-5505

美唄製造所：〒079-0167 北海道美唄市光珠内549番地

TEL 0126-67-2211 FAX 0126-62-1114

白河製造所：〒961-8686 福島県西白河郡西郷村大字長坂字土生2-1

TEL 0248-22-3111 FAX 0248-22-2712

冬期土工の力強いパートナー

冬期土工用液状凍結防止剤

【ビバメルト®】

1. はじめに

寒冷地における冬期土工作業は地盤凍結の問題があるため、夏期施工に比較し種々の問題点が指摘されています。すなわち作業効率の低下、施工品質の低下、補修工事の発生、騒音振動等による周辺地域への影響、それらに伴う施工費用の増大などです。

冬期土工用液状凍結防止剤『ビバメルト®』はこの様な冬期土工の問題点を解消するために開発した製品です。『ビバメルト®』の使用により、凍土を融解、あるいは地盤の凍結を防止することができ、冬期の掘削、埋め戻し等の土工作業が容易になります。

2. 【ビバメルト®】の特長

(1) 凍土融解

『ビバメルト®』は高い融氷能力を有し、凍土への浸透性に優れていることから、凍土へ散布あるいは注入することで凍土を融解して、土工作業を容易に致します。

(2) 地盤の凍結防止

『ビバメルト®』は凍結防止効果、および地盤への浸透性に優れていることから、未凍結地盤に事前散布あるいは事前混合することで、地盤の凍結を防止します。

(3) 高い効果持続性

『ビバメルト®』により融解された地盤や、凍結前にあらかじめ『ビバメルト®』が散布された地盤等での凍結防止効果の持続性は非常に優れております。散布量によりますが、例えば新たな凍結などを防止することにより、効果は1シーズン程度持続致します。

(4) 再凍結地盤の脆弱化

新たな降雪等により『ビバメルト®』が希釈され地盤が再凍結したとしても、『ビバメルト®』を含有する凍土は通常の凍土より強度が低下するため、土工作業が容易になります。

(5) 環境に優しい

『ビバメルト®』は成分中に塩素化合物を含まず、良好な生分解性を有しておりますので、構造物や自然環境への塩害の心配は特にありません。

3. 【ピバメルト®】の成分・性状

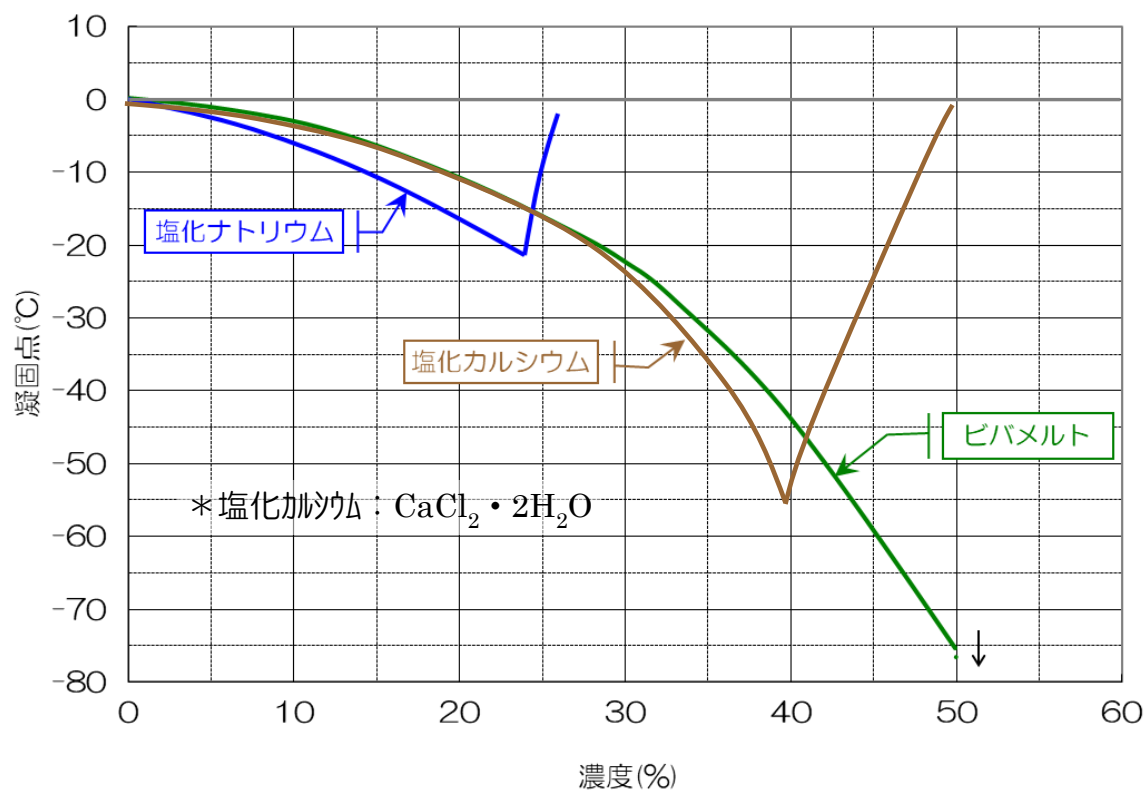
(1) 主成分

酢酸カリウム、多価アルコール、水

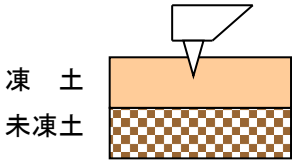
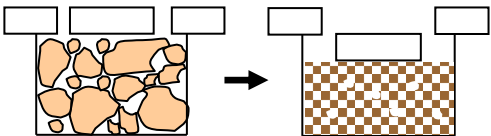
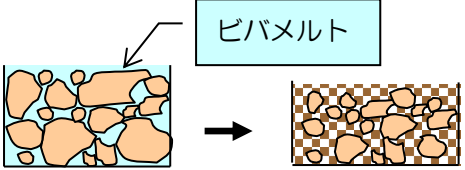
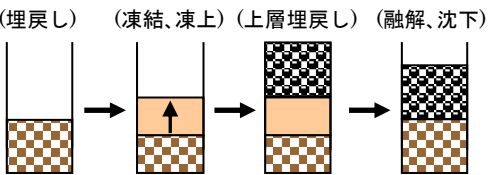
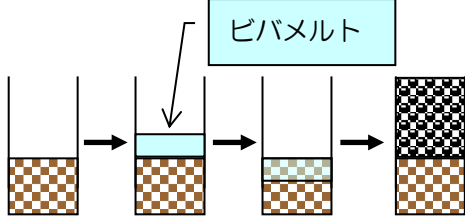
(2) 性状

- a) 状態…… 液体
- b) 比重…… 1.26
- c) 凝固点…… -75℃以下

各種凍結防止剤の濃度と凝固点の関係



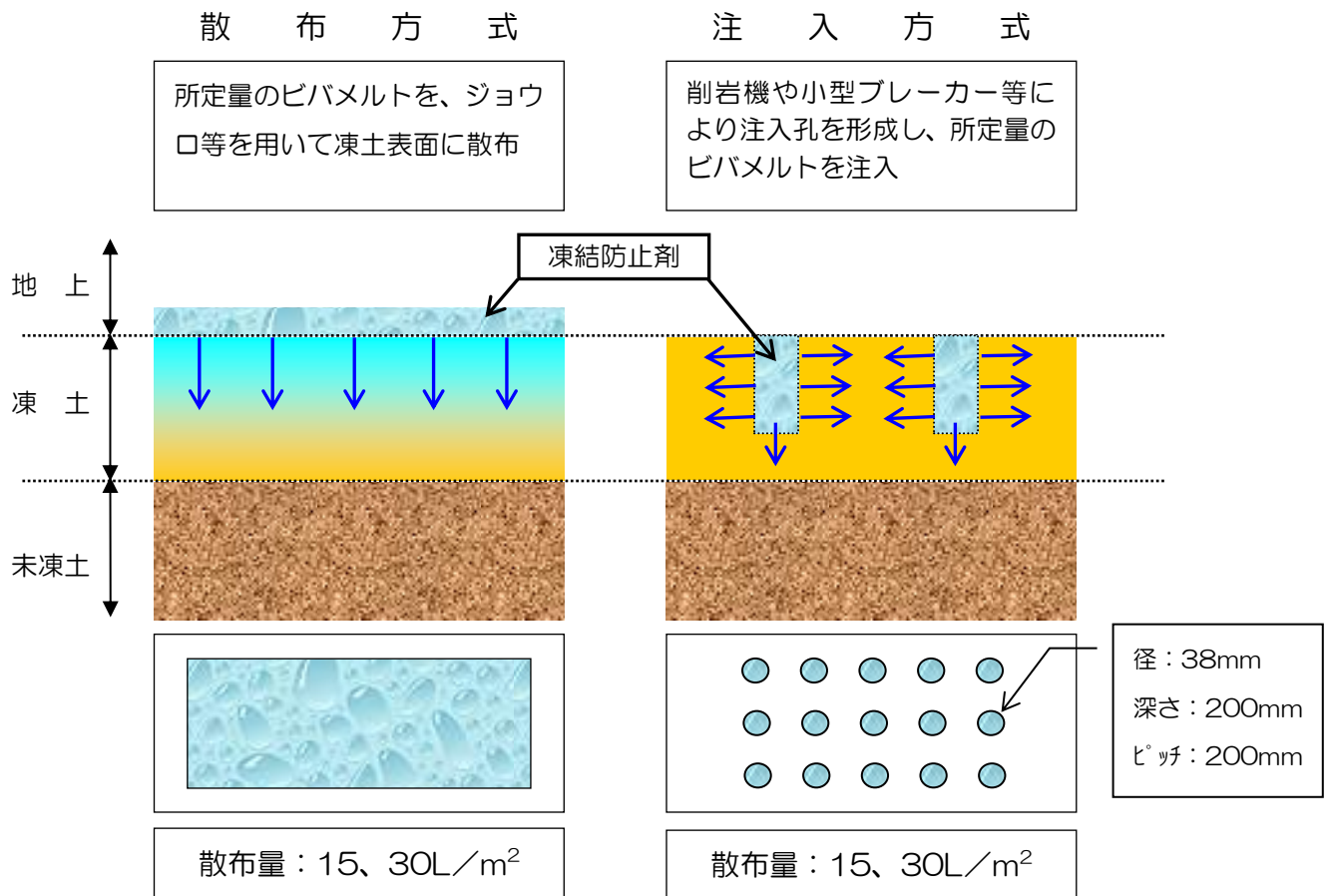
4. 【ピバメルト®】の用途

用途	従来方法	『ピバメルト®』を用いた方法
凍土掘削	<p>◆ プレーカー等により凍土を破碎するため、以下の問題点がある。</p>  <p>①作業効率の低下 ②騒音、振動の発生 ③安全対策が必要 ④掘削残土の処分が必要</p>	<p>◆ ピバメルトの散布或いは注入により凍土を融解してバックホー等により掘削を行う。</p> <p>◆ 凍結前の地盤にピバメルトを散布或いは注入することにより地盤の凍結を防止して、バックホー等により掘削を行う。</p> <p>①作業効率アップ ②騒音、振動が発生しない ③安全である ④掘削残土を埋め戻しにも使用できる</p>
凍土の埋め戻し	<p>◆ 凍土をそのまま埋め戻し後、構造物など敷設</p>  <p>①締め固めが不十分となる ②構造物等敷設後に凍土が融解する</p>	<p>◆ 凍土埋め戻しの際にピバメルトを混合して締め固めを行う。</p>  <p>①凍土の一部或いは全体が融解されるため、十分な締め固めを行うことができる ②構造物等敷設後の凍土融解の影響が少ない</p>
未凍結土砂による埋め戻し	<p>◆ 埋め戻し土砂が凍結、凍上した状態で更に上層の埋め戻しを行う。</p>  <p>①地盤の自重による締め固めが不十分 ②凍上分が融解して地盤沈下</p>	<p>◆ 埋め戻し土砂にピバメルトを散布して、凍結、凍上を防止する。</p>  <p>①填圧と自重により十分な締め固めがされる ②凍上がないため地盤沈下の心配がない</p>

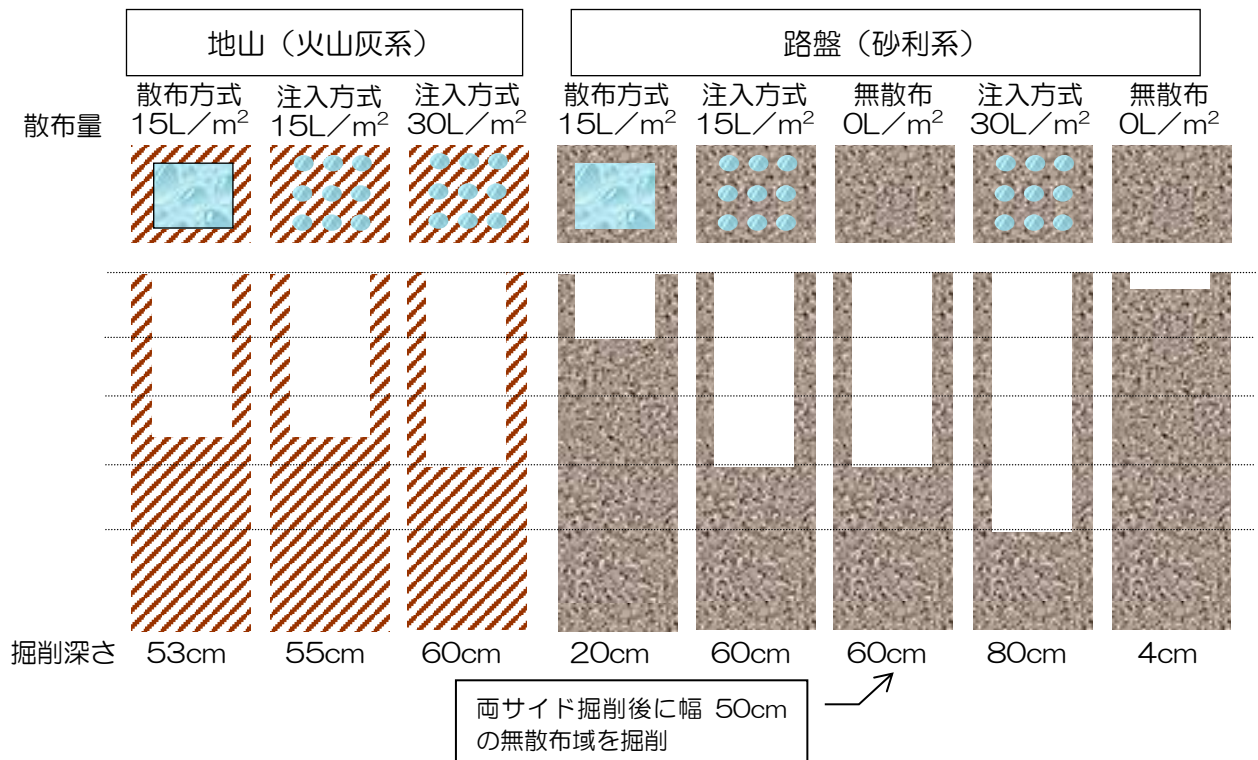
5. 【ピバメルト®】の効果

(1) 凍土融解と凍土掘削

①凍結防止剤の散布、注入



②バックホーによる掘削



■バックホーによる掘削の比較（路盤）

無散布



ピバメルト散布
（注入方式 30L/m²）

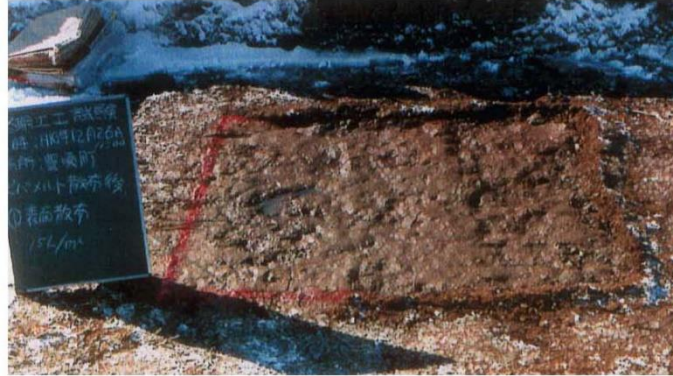


- 1) 無散布域ではバックホーのみでの凍土の掘削は困難でしたが、ピバメルト散布域では掘削可能でした。
- 2) 路盤（締め固まった地盤）のような薬剤の浸透し難い地盤でも、注入方式ではバックホーのみでの掘削が可能でした。
- 3) 地山（あまり締め固まっていない地盤）のような比較的浸透し易い地盤では、散布方式でもバックホーでの掘削が可能でした。

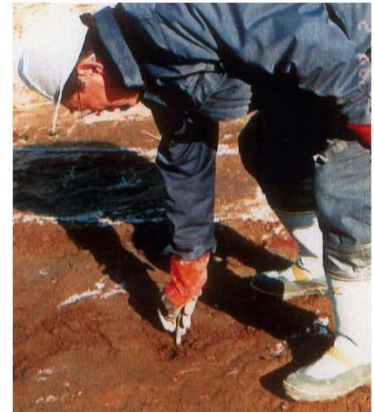
(2) 地盤の凍結防止効果

- ① 未凍結地盤にピバメルトを散布（15L/m²）。
- ② 冬期間約 1 ヶ月放置（シート養生）。
- ③ ピバメルト散布域では地盤の凍結はほとんど認められなかった。
- ④ 凍結防止剤の無散布域では 50cm 程度の凍土厚であった。

未凍結地盤へのピバメルトの散布（15L/m²）



ピバメルト散布域の 1 ヶ月後の状況



無散布域の 1 ヶ月後の状況



■【ビバメルト®】の凍結防止効果の確認

- 1) 前ページに示したビバメルト散布域と無散布域の掘削状況の比較を行った。
- 2) ビバメルトを散布した地盤では凍結は認められず、掘削も容易であった。
- 3) 無散布域では掘削は困難であり、凍土厚は 50cm 程度であった。

ビバメルト散布域での掘削
(容易に掘削できた)



無散布域での掘削
(掘削は困難であった)



ビバメルト散布域での掘削断面
(地盤の凍結は認められなかった)



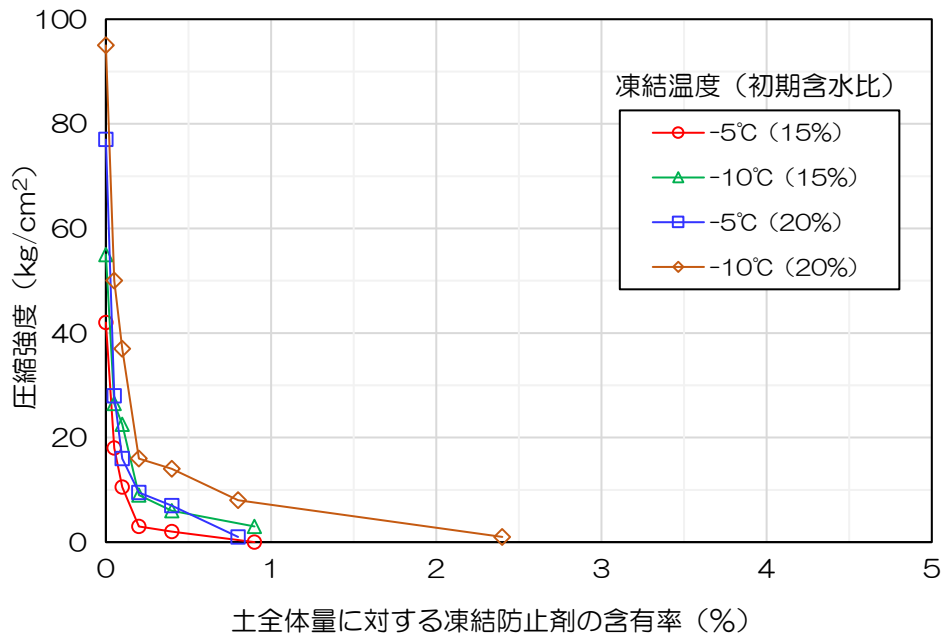
無散布域での掘削断面
(凍結厚 50cm 程度であった)



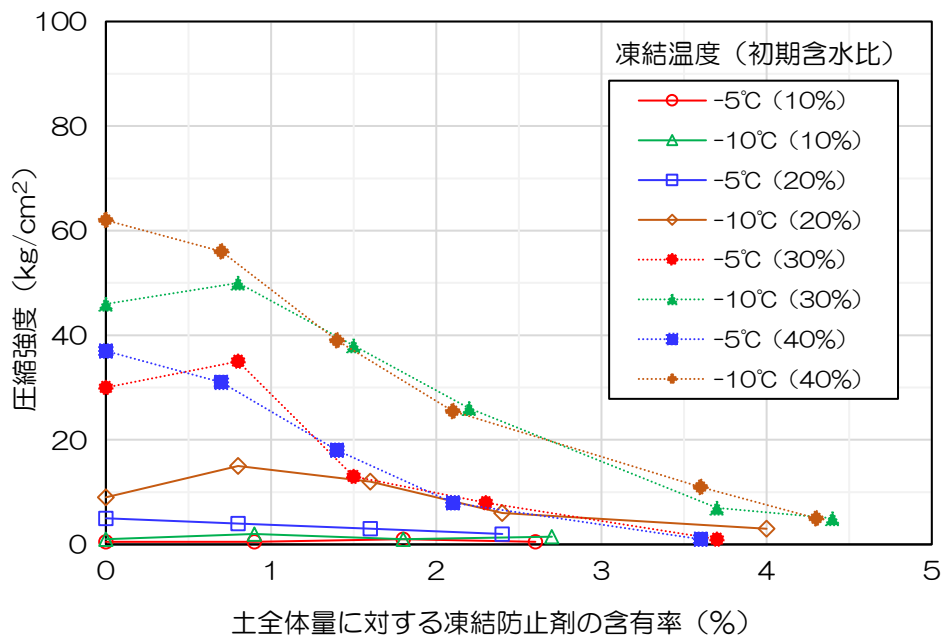
(3) 【ビバメルト®】 散布の再凍結地盤の脆弱性

地盤に浸透したビバメルトの凍結防止効果は優れた持続性を示しますが、新たな降雪等によりビバメルトが希釈されると地盤は再凍結致します。しかしながら、ビバメルトを含有する凍土は通常の凍土より強度が低下するため、脆弱化した凍土となり、土作業はやはり容易になります。

以下のグラフは室内試験での試験結果です。砂質土および火山灰土のいずれにおいても、通常の凍土（凍結防止剤の含有されていない凍土）と比較し、凍結防止剤が含有された凍土では圧縮強度が低く、その含有量の増加に伴って強度が低下していることが分かります。



図一 1 砂質土の土全体量に対する凍結防止剤の割合と強度



図一 2 火山灰土の土全体量に対する凍結防止剤の割合と強度

(4) 【ビバメルト®】を用いた凍土の埋め戻し

破砕された凍土にビバメルトを混合して、所定時間放置後に締め固めを行うと、未凍結地盤を締め固めた時とほぼ同等の密度が得られます。

下記のグラフは実験室規模での試験結果ですが、ビバメルトの量を増すことで、凍結前密度（未凍結地盤で締め固め時の密度）に近い値が得られております。

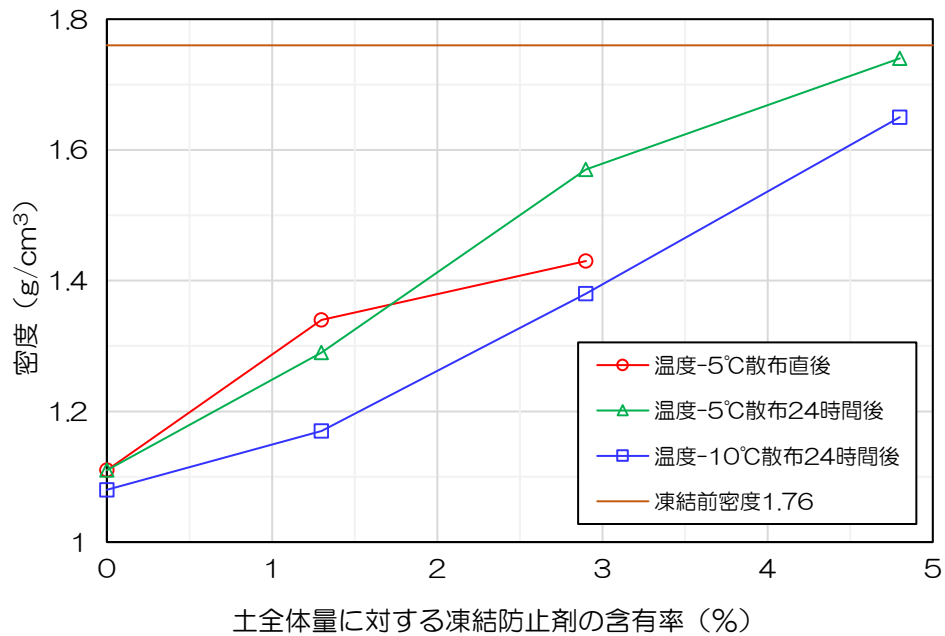
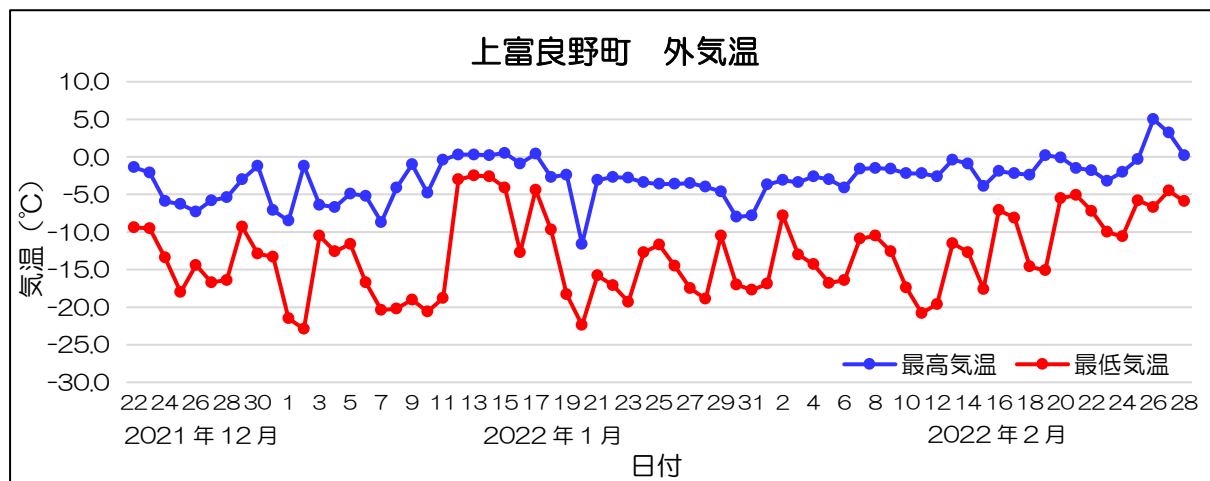


図-1 凍結防止剤の含有量と凍土の締め固め後の密度

◆【ビバメルト®】の冬期大規模実証工事例

1. 冬期大規模実証工事の概要

- ・実証工事期間：2021年12月中旬～2022年2月末
- ・工事場所：北海道上富良野町
- ・散布条件：積雪を除去し、ビバメルトを工事開始時に15L/m²の散布量で約250mの工事区間に散布（合計使用量7,000L程度）
- ・上富良野町凍結深度：80cm（北海道建設部HPより）
- ・外気温推移：下図参照（最高気温はほぼ0℃以下）



※上富良野町地域気象観測所アメダス過去データより(2021年12月22日～2022年2月28日)

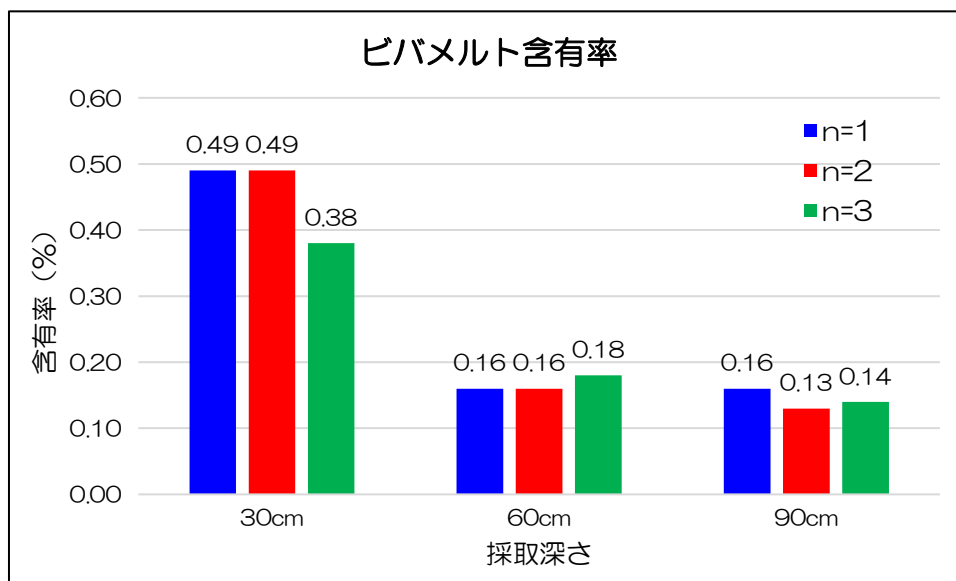


<p>掘削状況・深さ 30cm 程度・全く凍 結無く掘削可能 (2月上旬・散布後 50日経過)</p>	
<p>掘削状況・深さ 60 ～100cm 程度・全 く凍結無く掘削可能 (2月上旬・散布後 50日経過)</p>	
<p>工事状況・深さ 200cm 程度・全く 凍結無く掘削可能 (2月上旬・散布後 50日経過)</p>	
<p>表層状態・凍結無く スコップで容易に掘 れる (2月下旬・散布後 65日経過)</p>	

2. 冬期大規模実証工事における地盤中のビバメルト含有状況

散布箇所の地中に含まれるビバメルトの含有量を、各深さより土を採取（n=3）し測定しました。採取は散布後 65 日経過時に行いました。

その結果、65 日経過後も地中内にビバメルトが含有していました。



3. 冬期大規模実証工事のまとめ

- 散布から 65 日経過した地中 90cm においてビバメルトを検出しました。表層散布においても十分に地中深くまで浸透していることを確認しました。
- 工事全工程において、地中が凍結して掘削できなかったことはありませんでした。なお、当時のビバメルトを散布していない周囲の凍結深度は 100~120cm に達していました。凍土自体の掘削が無かったため、掘削工数を低減できました。
- 凍土を崩すブレーカーは必要無く、近隣への騒音振動低減に大きな効果を示しました。
- 積雪により表層部のビバメルト濃度が低下し一部凍結が見られましたが、ビバメルトを含んだ土壌は再凍結しても強度が低いため、容易に掘削できました。
- 掘削した土壌は掘削後も凍結せず、埋め戻し用土壌としても使用可能な状況でした。

上富良野町という北海道の中でも厳しい部類に入る凍結環境下においても夏期の工事と変わらず掘削できたことにより、ビバメルトの効果を十分に示すことができました。

6. 【ビバメルト®】の使用方法

(1) 凍土融解と凍土掘削

- ① 凍土融解する場所に積雪がある場合は、除雪を行ってください。
- ② ビバメルトの浸透しやすい地盤（比較的締め固まっていない地盤等）の場合は、所定の散布量となるように散布面積を適当に区切りながら、ジョウロ等を用いてビバメルトを散布してください。
- ③ 散布量の目安は凍土厚が 50～60cm 程度で 15L/m² です。
- ④ ビバメルトの浸透し難い地盤（比較的締め固まった地盤等）の場合は、注入孔を形成して、所定量のビバメルトを注入してください。散布量の目安は上記と同様です。
- ⑤ 注入孔は削岩機あるいは小型のブレーカー等を用いて以下の条件を参考に作成してください。
 - 孔 径：30～50mmφ
 - ピッチ：200～300mm
 - 深 さ：200mm 程度
- ⑥ ビバメルトが全量浸透してから 1～2 日程度放置した後、掘削等の土工を実施してください。尚、ビバメルトが浸透するのに要する時間は土質等の状況により異なります。

(2) 地盤の凍結防止

- ① 凍結を防止したい場合に、所定の散布量となるように散布面積を適当に区切りながら、ジョウロ等を用いてビバメルトを散布してください。
- ② 土砂を埋め戻した後に散布するケースでは、埋め戻し後、必要に応じて填圧してから散布を実施してください。
- ③ 散布量の目安は、厚さ 50～60cm の地盤の凍結を防ぐ場合で、約 15L/m² 程度です。
- ④ 新たな雪氷の混入で効果が低下するのを防止するために、散布場所を土砂（厚さ 15cm 程度）あるいはシート等で覆ってください。このような処置を行えば効果は 1 シーズン程度持続します。

(3) 留意事項

- ☆ 上記の散布量は目安であり、土質、凍土の状態などにより調整してください。
- ☆ 屋外での凍結防止の目的以外には使用しないでください。
- ☆ 積雪がある場合は、除雪後に散布してください。
- ☆ アスファルト・簡易コンクリート等に亀裂がある場合は、融水の再凍結によって亀裂が大きくなる可能性があります。

(4) 使用上の注意

- ☆ 使用後は蓋をしっかり締めて子供の手の届かない場所に保管してください。
- ☆ 本製品が口や目に入った場合は、直ちに水ですすぎ、必要に応じて医師の診断を受けてください。
- ☆ 皮膚や靴、衣服に付着した場合は、水で流してください。尚、散布の際は必要に応じ保護メガネ、ゴム手袋、長靴をご着用ください。
- ☆ 使用前に安全データシート(SDS)をお読みください。

*ビバメルトは日本工機株式会社の登録商標です。

【ビバメルト®】の衛生・環境に対する試験結果一覧

試験名	試験機関	結果	
[金属腐食性試験] 鉄板腐食減少量 (mdd*) * mdd : mg/dm ² ·day	(地独)北海道立総合研究機構 工業試験場	蒸留水 3.9 塩化ナトリウム 21.7 塩化カルシウム 29.6 ビバメルト 0.5	
[有害物質試験] ビバメルト (mg/L)	北海道三井化学(株) 分析センター	カドミウム 全シアン 有機リン 鉛 六価クロム ヒ素 総水銀 アルキル水銀 PCB チウラム シマジン チオベンカルブ セレン ほう素 ふっ素 アミン、アミド化合物、 亜硝酸化合物、硝酸化合物	検出限界以下 または不検出
[急性経口毒性試験] 被試験体：ラット	(株)薬物安全性試験 センター埼玉研究所	LD ₅₀ :2000 mg/kg以上	
[眼粘膜刺激性試験] 非洗眼における刺激性評価区分 被試験体：ウサギ	(株)薬物安全性試験 センター埼玉研究所	最小の刺激 (クラス③)	
[マーシャル安定度試験] 供試体：密粒度アスコン φ10×6cm (破壊最大荷重：kgf)	日油(株)	アスファルトコンクリートに 対する影響 (※1) 水道水 913.4 塩カル 1002.8 ビバメルト 1028.1	
[圧縮強度試験] 供試体：コンクリート φ10×20cm (圧縮強度：kgf/cm ²)	日油(株)	25ヵ月浸漬 水道水 353 塩カル 供試体崩壊により 測定不可能 ビバメルト 355	

各試験の分析結果は代表的な値です。

※1 アスファルト舗装要綱によるマーシャル試験に対する基準値 500 以上